

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-134757  
(43)Date of publication of application : 28.05.1996

---

(51)Int.Cl.

D04H 1/46  
B29B 11/16  
B29B 15/08  
B29C 70/10  
C08J 5/04  
// B29K105:08

---

(21)Application number : 06-278926

(71)Applicant : KURARAY CO LTD

(22)Date of filing : 14.11.1994

(72)Inventor : YAMAMOTO TADAYUKI  
HAMADA TOSHIHIRO  
KONDO SHIRO  
SONE ISAO

---

(54) REINFORCING MATERIAL AND FIBER-REINFORCED RESIN FORMED ARTICLE USING THE MATERIAL

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a fiber-reinforced resin formed article having excellent balance of ply-separation strength, bending strength, compressive strength and tensile strength by using as a reinforcing material composite cloth produced by integrating laminated woven fabrics and nonwoven fabrics.

CONSTITUTION: Composite cloth is formed by laminating the first layer of dry- type nonwoven fabric made of vinylon (R) short fiber having fineness of 5 denier and fiber length of 76mm, the second layer of a plain fabric made of vinylon (R) filament of 1500 denier and the third layer of the dry-type nonwoven fabric and integrating the laminated material by needle punch processing. The obtained composite cloths are laminated in a specified mold, a resin is poured into it and this is subjected to forming process under heating and pressing to obtain the objective fiber-reinforced resin formed article.

---

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 03.08.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **08134757 A**

(43) Date of publication of application: **28 . 05 . 96**

(51) Int. Cl

**D04H 1/46**  
**B29B 11/16**  
**B29B 15/08**  
**B29C 70/10**  
**C08J 5/04**  
**// B29K105:08**

(21) Application number: **06278926**

(22) Date of filing: **14 . 11 . 94**

(71) Applicant: **KURARAY CO LTD**

(72) Inventor: **YAMAMOTO TADAYUKI**  
**HAMADA TOSHIHIRO**  
**KONDO SHIRO**  
**SONE ISAO**

(54) **REINFORCING MATERIAL AND  
FIBER-REINFORCED RESIN FORMED ARTICLE  
USING THE MATERIAL**

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To obtain a fiber-reinforced resin formed article having excellent balance of ply-separation strength, bending strength, compressive strength and tensile strength by using as a reinforcing material composite cloth produced by integrating laminated woven fabrics and nonwoven fabrics.

**CONSTITUTION:** Composite cloth is formed by laminating

the first layer of dry- type nonwoven fabric made of vinylon (R) short fiber having fineness of 5 denier and fiber length of 76mm, the second layer of a plain fabric made of vinylon (R) filament of 1500 denier and the third layer of the dry-type nonwoven fabric and integrating the laminated material by needle punch processing. The obtained composite cloths are laminated in a specified mold, a resin is poured into it and this is subjected to forming process under heating and pressing to obtain the objective fiber-reinforced resin formed article.

**COPYRIGHT: (C)1996,JPO**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-134757

(43) 公開日 平成8年(1996)5月28日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
D 0 4 H 1/46	C			
B 2 9 B 11/16		9268-4F		
15/08		9268-4F		
B 2 9 C 70/10				
		7310-4F	B 2 9 C 67/ 14	X
審査請求 未請求 請求項の数2 O L (全 5 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号	特願平6-278926	(71) 出願人	000001085 株式会社クラレ 岡山県倉敷市酒津1621番地
(22) 出願日	平成6年(1994)11月14日	(72) 発明者	山本 忠之 東京都中央区日本橋3丁目8番2号株式会 社クラレ内
		(72) 発明者	浜田 敏裕 東京都中央区日本橋3丁目8番2号株式会 社クラレ内
		(72) 発明者	近藤 志郎 岡山市海岸通1丁目2番1号株式会社クラ レ内
		最終頁に続く	

(54) 【発明の名称】 補強材及びそれを用いた繊維補強樹脂成型物

(57) 【要約】

【目的】 層間剥離が生じにくく、曲げ強度、圧縮強度、引張強度のバランスのとれた成型物を提供しえる補強材を提供する。

【構成】 織布と不織布を絡合一体化させた複合布からなる補強材。

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 織布と不織布を絡合一体化させた複合布からなる補強材。

【請求項 2】 織布と不織布を絡合一体化させた複合布を補強材とする繊維補強樹脂成型物。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、層間剥離強度に優れた繊維補強材、詳しくは、曲げ強度、圧縮強度、引張強度等のバランスに優れた成型物を提供し得る繊維補強材に関する。本発明の補強材は、土木用（コンクリート等）、特に樹脂補強材として好適に使用することができる。

## 【0002】

【従来の技術】 従来から、補強材として繊維を用いることが知られており、繊維強化樹脂（FRP）等の成型物が製造されている。補強に用いられる繊維の形態としては、トウ状、シート状等が挙げられるが、形態保持性の点から、綾織、平織、朱子織等の織布やニードルパンチ、スパンボンド等の不織布などのシート状補強材が広く使用されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、従来の補強材はそれぞれ問題を有していた。織布を補強材とした場合、布の広がり方向に繊維が直線的に形成されるため、成型物の引張強度は極めて高いものが得られる反面、成型物の厚み方向に繊維が存在しないため曲げ強度、圧縮強度の低いものとなっていた。また、織布は厚みが小さいことから、補強材として要求される肉厚を出すために多数枚積層されて一般に用いられるが、この場合、FRP中に織布と不織布の層間が多数生じる問題がある。この場合、織布と不織布の間には何等繊維による結合がなされていないため、層間剥離強度が極端に低く、ひいては曲げ強度、圧縮強度に劣るという短所がある。それを解決するため、織布に接着処理等がなされているが、層間剪断強度が飛躍的に向上することはなく根本的な解決にはなっていない。

【0004】 一方、補強材として比較的厚みのある不織布を用いた場合には、比較的積層枚数が少なくてもよく、層間剥離強度もそれほど問題にならない。しかし、かかる補強材を用いて成型物を得た場合、不織布を構成する繊維が成型物中に直線的に入っていないため成型物の引張強度が著しく劣るという問題がある。また、織布と不織布を混合積層して用いることも行われているが、織布と不織布との間に層間剥離が発生し根本的な解決にはならない。本発明は、これらの問題点を解決し、層間剪断強度が優れ、曲げ強度、圧縮強度、引張強度のバランスのとれた繊維補強樹脂成型物を提供せんとするものである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明は、FRP用の補強材の形態に着眼し、層間剥離強度が優れ、曲げ強度、圧縮強度、引張強度のバランスのとれた成型物を得ることができる補強材に関して鋭意研究を続けた結果、本発明を完成するに至った。すなわち、本発明は、不織布を構成する繊維を織布に絡合一体化させて2層以上積層させたことを特徴とした補強材、特にFRP用に好適な補強材に関する。

【0006】 不織布および織布を構成する繊維は、アルミナ繊維、ガラス繊維、カーボン繊維などの無機繊維、合成繊維など特に限定されるものではないが、特に有機合成繊維が好ましい。具体的には、ポリビニルアルコール系繊維、ポリアクリロニトリル系繊維、ポリエステル系繊維、アラミド系繊維、ポリオレフィン系繊維、ポリアリレート系繊維などが挙げられる。なかでも、高弾性率ポリビニルアルコール繊維、全芳香族ポリアミド繊維（パラ、メタ系）、ポリアリレート系繊維、超高分子量ポリエチレン繊維等の高強度繊維が好ましく、特にポリビニルアルコール系繊維が好ましい。

【0007】 本発明で用いる織布は、織組織が平織、斜文織、朱子織、多軸織、多重織、綾織、簾織等のあらゆる織物が適用可能である。目付は50～1000 g/m<sup>2</sup>、特に100～500 g/m<sup>2</sup>程度が好ましいが特に限定されるものではない。目付が小さすぎるとFRPの補強効果が不十分となる場合があり、逆に目付が大きすぎると樹脂等の含浸性が悪化してボイドが発生しやすくなる。織布を構成する繊維のデニールは、目的、用途に応じて適宜設定すればよいが単繊維デニール0.1～100 dr、ヤーンデニール100～3000 dr程度のものが好適に使用できる。

【0008】 また本発明で用いる不織布は、ニードルパンチ、スパンボンド、メルトブローン法により製造されたものが使用できる。目付10～1000 g/m<sup>2</sup>、特に50～200 g/m<sup>2</sup>程度のものが好適に用いられ、厚さ2～10 mmのものが特に好ましい。目付や厚さが小さすぎると、層間剥離強度が劣り織布と不織布を複合一体化させる効果が小さくなり、逆に目付、厚さが大きすぎる樹脂等の含浸性が悪くなりボイドが発生しやすくなる。不織布を構成する繊維としては、フィラメント及び／又はカットファイバーが使用でき、単繊維デニール2～50 dr、繊維長10 mm以上のものが好ましい。単繊維デニールが2 dr以下であると不織布を構成する繊維と織布の絡合する力が不十分になる場合がある。また、単繊維デニールが大きすぎたり、あるいは繊維長が短すぎると不織布を構成する繊維と織布の絡合が低下して、目的・用途によっては層間強度が不十分となる場合がある。

【0009】 本発明において肝要な点は、不織布を構成する繊維を織布に絡合させて一体化すなわち繊維同志の絡みあいにより不織布と織布が一体化されていることに

ある。その方法としては特に限定されるものではないが、ニードルパンチにより絡合一体化させることができる。針密度40〜500本/cm<sup>2</sup>で1〜5回、特に針密度50〜150本/cm<sup>2</sup>で1〜3回行うのが好ましい。回数は1度でもよいが針密度が低すぎると不織布を構成する繊維と織布の絡合する力が弱くなり、針密度が大きすぎると織布を構成する繊維の強度低下が激しくなりFRPの補強効果が低下する。

【0010】なお、補助的に接着剤等の結合手段が併用されていても、差支えない。本発明の補強材は、各1層ずつの不織布及び織布で形成されていてもよく、また複数の不織布及び／又は複数の織布により形成されていてもよい。特に、積層された織布及び不織布の合計が2層または3層であるのが好ましい。具体的には、織布／不織布、不織布／織布／不織布、織布／不織布／織布等の順に積層したものが挙げられる。なかでも層間接着強力のため、織布／不織布または不織布／織布／不織布の順に積層するのが好ましい。補強材の目付及び厚さは、用途、目的に応じて適宜設定すればよいが、目付100〜1000g/m<sup>2</sup>、厚さ1〜20mm、特に目付200〜500g/m<sup>2</sup>・厚さ2〜10mm程度が好ましい。

【0011】本発明の補強材を1ply用いて成型物を得てもよいが、2ply以上積層して用いて成型物を製造することもできる。高い強度が要求される場合には、2ply以上、特に2〜5ply程度積層するのが好ましい。また、本発明の補強材以外の他の補強手段を併用してもよい。例えば、本発明の補強材とそれ以外のシート状物（織布、織布、紙、フィルム等）を積層したり、トウ状又は分散させた状態のカットファイバー等を混在させることも可能である。

【0012】本発明の補強材同志またはそれ以外のシート状物を積層する場合には、ニードルパンチ、接着剤、溶融等により補強材同志を一体化させてもよいし、結合一体化させず単に積層させてもよい。本発明の補強材は、引張強度及び層間接着力に優れているためにあらゆる用途に適用できる。たとえば、アスファルト補強などの土木建築用途が挙げることができるが、特に樹脂補強用として好適に使用できる。本発明の補強材を用いることにより、引張強度、曲げ強度等の諸性能に優れたFRPを得ることができる。

【0013】用いる樹脂は、特に限定されるものではないが、具体的には、不飽和ポリエステル系樹脂、ビニルエステル系樹脂、エポキシ系樹脂、フェノール系樹脂、メラミン系樹脂、架橋タイプのオレフィン樹脂などの熱硬化性樹脂、あるいはポリオレフィン系樹脂、ポリエステル系樹脂、ポリカーボネート系樹脂、ポリアセタール系樹脂、ポリフェニレンサルファイド系樹脂、ポリアミド系樹脂、ABS系樹脂等の熱可塑性樹脂が好ましい。また、増量効果、強度向上等を目的にクレー、炭酸カル

シウム、タルク等の各種充填材の添加された樹脂を用いても差支えない。布帛との接着性、強度等を考慮して適宜樹脂を選択すればよい。成型物の繊維体積含有率は10〜80%とするのが好ましい。FRP板の厚さも目的に応じて適宜設定すればよい。

【0014】FRPの成型方法は、用いる樹脂や用途目的により適宜採用すればよい。具体的には、ハンドレイアップ法、プレス法、RTM法、レジン・インジェクション・モールドディング（RIM）成型法（図1参照）等が好ましい。かかる方法によって得られたFRPは、引張強度、曲げ強度、圧縮強度等の諸性能に優れているため、様々な用途に使用することができる。例えば、自動車用材料、ヘルメット等に好適に使用することができる。以下に実施例により具体的に説明するが、本発明は、実施例により何等限定されるものではない。

【0015】

【実施例】〔平織物〕

平織物として、下記の織組織を有するものを用いた。

1500d//2×2×1500d//2

6.75×6.75 (本) /inch

〔層間剪断強度 kg/mm<sup>2</sup>〕 JIS K 7057 に準じて測定した。

〔引張強度 kg/mm<sup>2</sup>〕 JIS K 7054 に準じて測定した。

〔曲げ強度 kg/mm<sup>2</sup>〕 JIS K 7055 に準じて測定した。

〔圧縮強度 kg/mm<sup>2</sup>〕 JIS K 7056 に準じて測定した。

【0016】〔実施例1〕1層目に単繊維デニールが5dr、繊維長が76mmの単繊維ビニロンを用いた目付が100g/m<sup>2</sup>の乾式ウェブ、2層目にヤーンデニールが1500drのビニロンフィラメントを用いた目付が180g/m<sup>2</sup>の平織物、3層目に上記乾式ウェブを用いて3層とし、100本/cm<sup>2</sup>の針密度で2回のニードルパンチを行い短繊維ビニロンを平織物に絡合させて目付が380g/m<sup>2</sup>の補強材を得た。該補強材を型枠内に2ply積層し、レジン・インジェクション・モールドディング（RIM）成型にてメトン樹脂（帝人メトン株式会社製 A液：B液＝1：1）を注型して、5mm厚のFRP板を得た（樹脂射出圧力40kg/cm<sup>2</sup>、樹脂射出時間10秒、型締圧力50kg/cm<sup>2</sup>、加熱温度150℃、加熱時間15秒）。得られたFRP板の性能を表1に示す。

【0017】〔実施例2〕乾式ウェブ及び平織物の2層からなる積層体を、針密度80本/cm<sup>2</sup>で2回ニードルパンチを行った以外は実施例1と同様に補強材（目付280g/m<sup>2</sup>）を製造した。得られた補強材を4ply積層し、実施例1と同様に厚さ5mmのFRP板を得た。FRP板の性能を表1に示す。

〔比較例1〕平織物を型枠内に1ply積層した以外

は実施例1と同様に5mm厚のFRP板を得た。得られたFRP板の性能を表1に示す。

【0018】[比較例2] 実施例1で用いた乾式ウェブを100本/cm<sup>2</sup>の針密度で2回ニードルパンチを行ったものを型枠内に4ply積層した以外は、実施例1と同様に厚さ5mmのFRP板を得た。性能を表1に示す。

【0019】[比較例3] 型枠に比較例1で使用した平織物を3ply、比較例2で使用した不織布を4ply交互に積層したものを型枠内に積層した以外は、実施例1と同様に5mm厚のFRP板を得た。性能を表1に示す。

\*

	補強材 構成材料	結合方法	層間強度 kg/mm <sup>2</sup>	引張強度 kg/mm <sup>2</sup>	曲げ強度 kg/mm <sup>2</sup>	圧縮強度 kg/mm <sup>2</sup>
実施例1	不織布・織布	ニードルパンチ	0.67	4.9	6.3	5.5
実施例2	不織布・織布	ニードルパンチ	0.54	7.0	5.8	5.3
比較例1	織布	未処理	0.24	16.0	4.1	1.5
比較例2	不織布	未処理	0.40	1.7	4.6	4.2
比較例3	不織布・織布	未処理	0.30	6.3	4.4	3.9
比較例4	不織布・織布	フィルム溶着	0.35	6.3	4.5	4.0

【0022】本発明の補強材を用いたFRPは、引張強度、曲げ強度、圧縮強度のバランスに優れたものであった(実施例1、実施例2)。一方、織布又は不織布を補強材(比較例1、比較例2)とした場合には、引張強度、曲げ強度、圧縮強度の諸性能のすべてを満足するものではなかった。しかしながら、織布及び不織布を単に積層したのみではやはり層間剥離が生じ、曲げ強度、圧縮強度の不十分なものしか得られない(比較例3)。また、フィルムを溶着させて一体化させたものも層間剪断強度はあまり向上せず、曲げ強度、圧縮強度の不十分な※

\*【0020】[比較例4] 実施例1で使用した平織物を3ply、比較例2で使用した不織布を4plyを交互に積層し、PBT系ホットメルトフィルム(サーモライト2810 50μ ダイセル株式会社製)6plyを織物/不織布間にはさんだ。さらに120℃×10分×5kg/cm<sup>2</sup>の条件で熱プレスをしてPBT系フィルムを溶融して織布・不織布間を接着した。該複合布を用いて実施例1と同様に厚さ5mmのFRP板を得た。性能を表1に示す。

【0021】

【表1】

※ものであった(比較例4)。

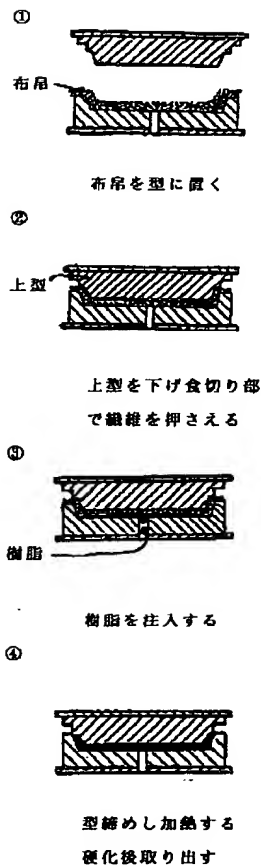
【0023】

【発明の効果】不織布と織布を絡合一体化させることにより層間剥離しにくい補強材が得られ、かかる補強材により曲げ強度、圧縮強度、引張強度のバランスのとれた成型物を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】レジン・インジェクション・モールドイング(RIM)成型の工程を模式的に示した図。

【図 1】




---

フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>  
C 0 8 J 5/04  
// B 2 9 K 105:08

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

(72) 発明者 曾根 勲

岡山市海岸通 1 丁目 2 番 1 号株式会社クラ  
レ内



(11) Japanese Unexamined Patent Application Publication No.  
8-134757

(43) Publication Date: May 28, 1996

(21) Application No.: 6-278926

(22) Application Date: November 14, 1994

(71) Applicant: 000001085

Kuraray Co., Ltd.

1621, Sakatsu, Kurashiki-shi, Okayama

(72) Inventor: Tadayuki YAMAMOTO

C/o Kuraray Co., Ltd., 8-2, Nihonbashi 3-  
chome, Chuo-ku, Tokyo

(72) Inventor: Toshihiro HAMADA

C/o Kuraray Co., Ltd., 8-2, Nihonbashi 3-  
chome, Chuo-ku, Tokyo

(72) Inventor: Shiro KONDO

C/o Kuraray Co., Ltd., 2-1, Kaigandori 1-  
chome, Okayama-shi

(54) [Title of the Invention] REINFORCEMENT AND FIBER-  
REINFORCED RESIN MOLDING INCLUDING THE SAME

(57) [Abstract]

[Object] To provide a reinforcement that can provide a  
molding that barely causes delamination and has balanced  
properties between bending strength, compressive strength,

and tensile strength.

[Construction] A reinforcement comprising a fabric composite prepared by integration by entanglement of a woven fabric and a nonwoven fabric.

[Claims]

[Claim 1] A reinforcement comprising a fabric composite prepared by integration by entanglement of a woven fabric and a nonwoven fabric.

[Claim 2] A fiber reinforced resin molding comprising a reinforcement comprising a fabric composite prepared by integration by entanglement of a woven fabric and a nonwoven fabric.

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Technical Field of the Invention] The present invention relates to a reinforcement that exhibits high delamination strength, and particularly, to a reinforcement that can provide a molding having balanced properties between bending strength, compressive strength, and tensile strength. The reinforcement of the present invention is suitably used in civil engineering (concrete etc.) and particularly as a resin reinforcement.

[0002]

[Related Art] Use of fibers as reinforcements is known, and moldings such as fiber-reinforced plastics (FRPs) have been produced. The fibers used for reinforcing have some shapes, for example, a tow and a sheet. In view of retainability of the shape, woven fabrics, such as twilled, plain-woven, and satin-woven fabrics, and nonwoven fabrics, such as needle

punched and spunbonded nonwoven fabrics, are widely used.

[0003]

[Problems to be solved by the Invention] Unfortunately, these conventional reinforcements have their inherent problems. In a reinforcement of a woven fabric, fibers are linearly arranged along the extending direction of the fabric; hence, the tensile strength of a molding is significantly high whereas the bending strength and the compressive strength are low because no fiber is arranged across the thickness. In addition, many woven fabrics, each having a small thickness, are generally layered to obtain a thickness that is required for reinforcement. In this instance, many interlayers between the woven fabrics and nonwoven fabrics are disadvantageously formed in the FRP. In this case, no fiber bonding is formed between the woven fabrics and the nonwoven fabrics. Thus, the delamination strength is extremely low, thus resulting in low bending strength and compressive strength. Although the woven fabrics are subjected to adhesive treatment for solving such a problem, the interlayer shear strength is not so much improved. Thus, the problem is not yet basically solved.

[0004] In a reinforcement of a relatively thick nonwoven fabric, the number of the layers may be relative small, and the delamination strength is not so problematic. However, in a molding including such a reinforcement, fibers of the

nonwoven fabric are not linearly arranged, thus resulting in significantly low tensile strength of the molding. Although co-layering of a woven fabric and a nonwoven fabric is also carried out, delamination occurs between the woven fabric and the nonwoven fabric. Thus, this does not provide fundamental solution. The present invention solves these problems and provides a fiber reinforced resin molding that exhibits high interlayer shear strength and has balanced properties between bending strength, compressive strength, and tensile strength.

[0005]

[Solving Means] The present invention was completed by intensive study on a reinforcement that shows high delamination strength and that has balanced properties between the bending strength, the compressive strength, and the tensile strength in view of the shape of the reinforcement for FRP. The present invention relates to a reinforcement, suitable for FRP, in that at least two layers are laminated by entangling fibers of a nonwoven fabric with a woven fabric.

[0006] Fibers of the nonwoven fabric and the woven fabric are not limited and may be inorganic fibers such as alumina fiber, glass fiber, and carbon fiber and synthetic fibers. Organic synthetic fibers are more preferable. Examples of organic synthetic fibers include polyvinyl alcohol fiber,

polyacrylonitrile fiber, polyester fiber, aramid fiber, polyolefin fiber, and polyarylate fiber. In particular, high-modulus polyvinyl alcohol fiber, (ortho- and meta-) aromatic polyamide fiber in which the aromatic groups are all linked into the backbone chain, polyarylate fiber, and ultra-high molecular polyethylene fiber are preferable. Polyvinyl alcohol fiber is most preferable.

[0007] The woven fabrics used in the present invention may be of any type, for example, plain fabric, twill weave, satin weave, multiaxis weave, multiple layers weave, diagonal weave, and cord fabric. Preferably, the areal weight is, but not limited to, in the range 50 to 1,000 g/m<sup>2</sup> and more preferably 100 to 500 g/m<sup>2</sup>. A excessively small areal weight may cause insufficient reinforcing effect on the FRP, whereas an excessively large areal weight causes formation of voids due to insufficient resin impregnation. The denier of the fiber constituting the woven fabric may be determined depending on the purpose and application, and fibers having a monofilament denier of about 0.1 to 100 dr and a yarn denier of about 100 to 3,000 dr are preferably used.

[0008] The nonwoven fabric used in the present invention may be produced by a needle punching, spunbonding, or melt blown process. Preferably, the areal weight is in the range of about 10 to 1,000 g/m<sup>2</sup> and more preferably 50 to 200 g/m<sup>2</sup>.

The thickness is preferably 2 to 10 mm. A small areal weight or thickness precludes integration of the woven fabric and the nonwoven fabric due to low delamination strength. A large areal weight or thickness impairs impregnation of resin, resulting in ready formation of voids. Fibers used in the nonwoven fabric are filaments and/or cut fibers and preferably have a monofilament denier of about 2 to 50 dr and a length of at least 10 mm. A monofilament denier of 2 dr or less may cause insufficient entanglement of fibers and the woven fabric. An excessively large monofilament denier or an excessively low fiber length may cause insufficient delamination strength in some purposes and applications due to low entanglement between the fibers and the woven fabric.

[0009] It is important in the present invention that fibers of the nonwoven fabric are entangled with the nonwoven fabric, in other words, the nonwoven fabric and the woven fabric are integrated by entanglement of fibers. The method for integration is not limited and may be a needle punching process, which is preferably performed one time to five times at a needle density of 40 to 500 needles/cm<sup>2</sup> and more preferably one time to three times at a needle density of 50 to 150 needles/cm<sup>2</sup>. Although the process may be performed only one time, a lower needle density causes weak entanglement between fibers of the nonwoven fabric and the

woven fabric. In contrast, a higher needle density causes a large decrease in fiber strength of the woven fabric, resulting in decreased reinforcing effects on FRP.

[0010] A bonding means such as an adhesive may be employed as an auxiliary measure. The reinforcement of the present invention may be a layer composed of a nonwoven fabric and a woven fabric; or plural layers of nonwoven fabrics and/or plural layers of woven fabrics. In particular, two or three layers each including a nonwoven fabric and a woven fabric are preferable. Specifically, a woven fabric and a nonwoven fabric; a nonwoven fabric, a woven fabric, and a nonwoven fabric; or a woven fabric, a nonwoven fabric, and a woven fabric are layered in that order. The areal weight and the thickness of the reinforcement are determined depending on the application and purpose, and preferably the areal weight is in the range 100 to 1,000 g/m<sup>2</sup> and the thickness is in the range of 1 to 20 mm, and more preferably the areal weight is in the range 200 to 500 g/m<sup>2</sup> and the thickness is in the range of 2 to 10 mm.

[0011] A molding may be formed using a one-ply reinforcement according to the present invention or using two-ply or more-ply reinforcements. For higher strength, at least two-ply and particularly two-ply to five-ply reinforcements are preferable. Any other reinforcing means may be employed in addition to the reinforcement of the



present invention. For example, the reinforcement of the present invention and other sheets (woven fabric, woven fabric, paper, film etc.) may be layered, or tow or dispersed cut fibers may be mixed.

[0012] In the layering of the reinforcements according to the present invention or of the reinforcement(s) with any other sheet, the reinforcements may be integrated by needle punching, bonding, or melting, or may be merely layered without integration. Since the reinforcement of the present invention has high tensile strength and delamination strength, it can be applied to various fields, for example, civil engineering fields such as asphalt reinforcement. More preferably, the reinforcement can be used as resin reinforcement. The use of the reinforcement of the present invention provides FRP having excellent properties such as tensile strength and bending strength.

[0013] Nonlimiting examples of resins used are thermosetting resins such as unsaturated polyester resin, vinylester resin, epoxy resin, phenol resin, melamine resin, crosslinkable olefin resin; and thermoplastic resins such as polyolefin resin, polyester resin, polycarbonate resin, polyacetal resin, polyphenylene sulfide resin, polyamide resin, and ABS resin. The resin may contain various fillers such as clay, calcium carbonate, and talc for weight increase and improved strength. The resin may be

appropriately selected in view of adhesiveness to the textile and strength. The fiber volume content in the molding is preferably 10% to 80%. The thickness of the FRP plate may be appropriately selected depending on the purpose.

[0014] A method for making the FRP may be appropriately selected depending on the resin used and application. Preferable methods are a hand lay-up process, a pressing process, an RTM process, and a resin injection molding (RIM) process (refer to Fig. 1). The resulting RFP is superior in various properties, such as tensile strength, bending strength, and compressive strength and thus can be used in various applications, for example, automobile components and hard hats. The present invention will now be described in detail by EXAMPLES that do not limit the present invention.

[0015]

[EXAMPLES] [Plain weave fabric]

A plain weave fabric having the following texture was used:

$$\frac{1500d//2 \times 2 \times 1500 d//2}{6.75 \times 6.75 \text{ filaments/inch}}$$

[Interlayer shearing strength  $\text{kg/mm}^2$ ] Measured according to JIS K 7057.

[Tensile strength  $\text{kg/mm}^2$ ] Measured according to JIS K 7054.

[Bending strength  $\text{kg/mm}^2$ ] Measured according to JIS K 7055.

[Compressive strength  $\text{kg/mm}^2$ ] Measured according to JIS K

7056.

[0016] [EXAMPLE 1] A first layer of a dry web (areal weight:  $100 \text{ g/cm}^2$ ) of a monofilament vinylon with a monofilament denier of 5 dr and a fiber length of 76 mm, a second layer of a plain weave fabric (areal weight:  $180 \text{ g/m}^2$ ) of a vinylon filament with a yarn denier of 1,500 dr, and a third layer of the above dry web was stacked, and the stack was subjected to two needle punching processes with a needle density of  $100 \text{ needles/cm}^2$  so that the short fiber vinylon entangled with the plain weave fabric. A reinforcement with an areal weight of  $380 \text{ g/m}^2$  was thereby prepared. The two-ply reinforcements were placed in a mold, and a METTON resin (Teijin Metton Co., Ltd., liquid A:liquid B = 1:1) was injected by resin injection molding (RIM) to prepare an FRP plate with a thickness of 5 mm (resin injection pressure:  $40 \text{ kg/cm}^2$ , resin injection time: 10 seconds, mold clamping pressure:  $50 \text{ kg/cm}^2$ , heating temperature:  $150^\circ\text{C}$ , heating time: 15 seconds). The properties of the FRP plate are shown in Table 1.

[0017] [EXAMPLE 2] Using a double layer composite of a dry web and a plain weave fabric, a reinforcement (areal weight:  $280 \text{ g/cm}^2$ ) was prepared as in EXAMPLE 1 except that needle punching was performed two times at a needle density of  $80 \text{ needles/cm}^2$ . Using four-ply reinforcements, an FRP plate with a thickness of 5 mm was prepared as in EXAMPLE 1. The

properties of the FRP plate are shown in Table 1.

[COMPARATIVE EXAMPLE 1] An FRP plate with a thickness of 5 mm was prepared as in EXAMPLE 1 except that 11-ply plane weave fabrics were placed in the mold. The properties of the FRP plate are shown in Table 1.

[0018] [COMPARATIVE EXAMPLE 2] An FRP plate with a thickness of 5 mm was prepared as in EXAMPLE 1 except that four-ply dry webs that were subjected to two needle punching processes at a needle density of 100 needles/cm<sup>2</sup> were placed in the mold. The properties of the FRP plate are shown in Table 1.

[0019] [COMPARATIVE EXAMPLE 3] An FRP plate with a thickness of 5 mm was prepared as in EXAMPLE 1 except that the three-ply plane weave fabrics used in COMPARATIVE EXAMPLE 1 and the four-ply nonwoven fabric used in COMPARATIVE EXAMPLE 2 were alternately placed in the mold. The properties of the FRP plate are shown in Table 1.

[0020] [COMPARATIVE EXAMPLE 4] The three-ply plane weave fabrics used in EXAMPLE 1 and the four-ply nonwoven fabric used in COMPARATIVE EXAMPLE 2 were alternately placed. Six-ply PBT hotmelt films (Thermolite 2810, 50  $\mu$ m made by Daicel Chemical Industries, Ltd.) were placed between the woven fabrics/nonwoven fabrics. These were thermally pressed at 120°C and 5 kg/cm<sup>2</sup> for 10 minutes to bond the woven fabrics and the nonwoven fabrics by melting of the PBT film. An FRP

plate with a thickness of 5 mm was prepared as in EXAMPLE 1 with this fabric composite. The properties of the FRP plate are shown in Table 1.

[0021]

[Table 1]

	Material for reinforcement	Bonding method	Delamination strength kg/mm <sup>2</sup>	Tensile strength kg/mm <sup>2</sup>	Bending strength kg/mm <sup>2</sup>	Compressive strength kg/mm <sup>2</sup>
EXAMPLE 1	Nonwoven fabric & Woven fabric	Needle punching	0.67	4.9	6.3	5.5
EXAMPLE 2	Nonwoven fabric & Woven fabric	Needle punching	0.54	7.0	5.8	5.3
COMPARATIVE EXAMPLE 1	Woven fabric	Untreated	0.24	16.0	4.1	1.5
COMPARATIVE EXAMPLE 2	Nonwoven fabric	Untreated	0.40	1.7	4.6	4.2
COMPARATIVE EXAMPLE 3	Nonwoven fabric & Woven fabric	Untreated	0.30	6.3	4.4	3.9
COMPARATIVE EXAMPLE 4	Nonwoven fabric & Woven fabric	Film welding	0.35	6.3	4.5	4.0

[0022] FRPs including the reinforcements according to the present invention exhibited balanced properties between tensile strength, bending strength, and compressive strength (EXAMPLES 1 and 2). In contrast, the reinforcements of the woven fabric or nonwoven fabric (COMPARATIVE EXAMPLES 1 and 2) did not satisfy any of these properties of tensile strength, bending strength, and compressive strength. Mere stack of the woven fabric and the nonwoven fabric generated interlayer delamination and exhibited insufficient bending strength and compressive strength (COMPARATIVE EXAMPLE 3). In the reinforcement integrated by melting of the film, the interlayer shearing strength was not so improved and the

bending strength and the compressive strength were insufficient (COMPARATIVE EXAMPLE 4).

[0023]

[Advantages] Integration by entanglement of a nonwoven fabric and a woven fabric provides a reinforcement that barely causes delamination. A molding with balanced properties between bending strength, compressive strength, and tensile strength is prepared using the reinforcement.

[Brief Description of the Drawing]

[Fig. 1] An schematic view of steps in resin injection molding (RIM).

---

Continued fro the front page

(72) Inventor: Isao SONE

c/o Kuraray Co., Ltd., 2-1, Kaigandori 1-  
chome, Okayama-shi

FIG. 1

① TEXTILE

PUT TEXTILE INTO MOLD

② TOP DIE

DROP TOP DIE TO PRESS FIBER AT PINCH-OFF

③ RESIN

INJECT RESIN

④ CLAMP AND HEAT MOLD

REMOVE AFTER CURING